MINISTÈRE DE LA COMMUNAUTÉ FRANÇAISE

ENSEIGNEMENT DE LA COMMUNAUTÉ FRANÇAISE

Administration **G**énérale de l'**E**nseignement et de la **R**echerche **S**cientifique

Service général des Affaires pédagogiques
de la Recherche en Pédagogie et du Pilotage
de l'Enseignement organisé par la Communauté française

ENSEIGNEMENT SECONDAIRE ORDINAIRE DE PLEIN EXERCICE

HUMANITES PROFESSIONNELLES ET TECHNIQUES

ENSEIGNEMENT TECHNIQUE DE QUALIFICATION

TROISIEME DEGRE

Secteur : Sciences appliquées

Groupe : Chimie

PROGRAMME D'ETUDES DU COURS DE

Chimie analytique et laboratoire

Inclus dans l'option de base groupée :
ASSISTANT PHARMACEUTICO-TECHNIQUE

02-1/2003/248B

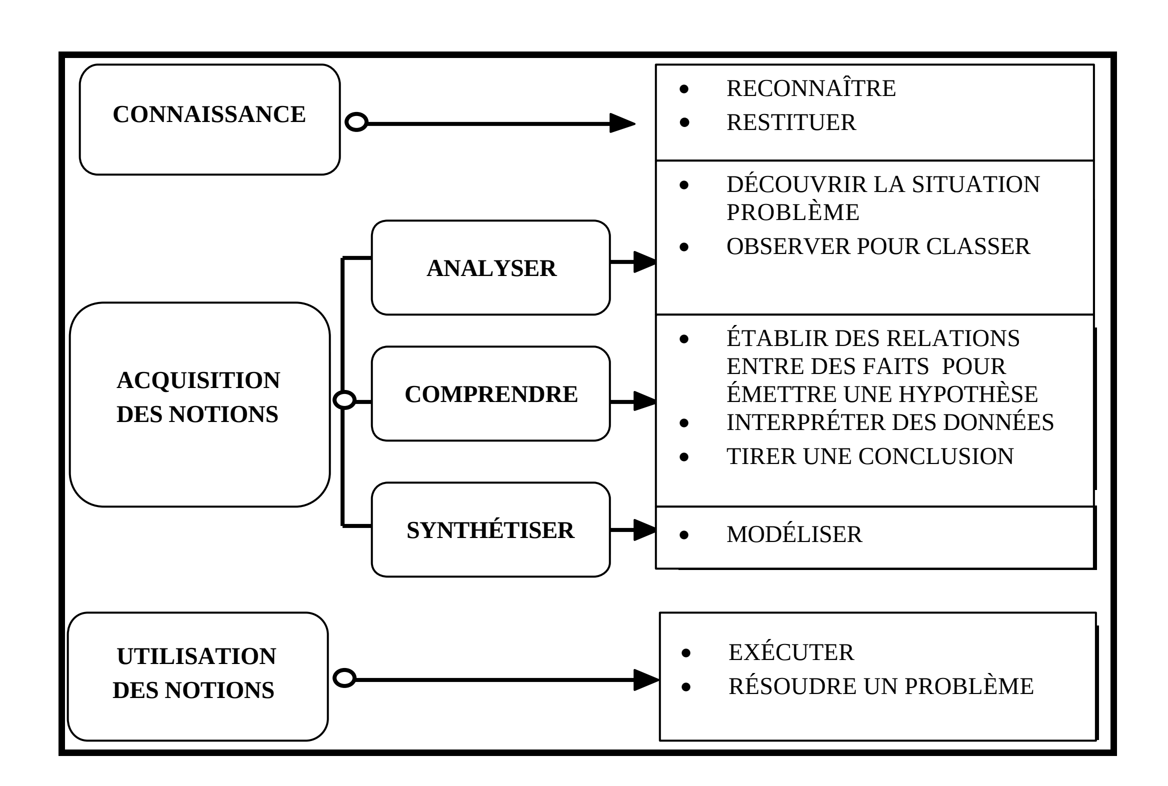
SOMMAIRE

INTRODUCTION AU PROGRAMME DE CHIMIE DU TROISIÈME DEGRÉ DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE DE QUALIFICATION

« La pensée s'enracine dans l'action » (Jean Piaget)
« Learning by doing » (John Dewey)
« Ce qu'on nous demande d'apprendre pour le faire, c'est en le faisant que nous l'apprenons. » (Aristote)

Compétences de démarche scientifique

Comme au deuxième degré, la méthodologie de l'enseignement de la chimie au troisième degré est basée sur la démarche scientifique. Celle-ci implique une complémentarité constante entre l'expérimentation et la théorisation. Dans la mesure du possible, l'ancrage expérimental précédera la modélisation. Cette approche fonctionnelle favorise l'implication active de l'élève dans les processus d'apprentissage. Il est en effet important d'assurer le développement des compétences centrées sur la démarche scientifique telles qu'elles sont répertoriées ci-dessous :



Toutes les composantes didactiques inhérentes à l'apprentissage - contexte d'intérêt, construction de la leçon, évaluation - devraient dès lors s'imprégner de cette conception moderne de plus en plus partagée en pédagogie.

Mode d'emploi du programme

Ce programme s'inscrit dans le cadre de la grille ci-après. Le cours de chimie analytique et laboratoire sera conçu de manière à assurer l'intégration des aspects théoriques et pratiques. Il privilégiera une approche concrète compte tenu des domaines d'application spécifiques à l'option. Le module 1 présente les prérequis indispensables au cours de PHARMACIE PRATIQUE, GALÉNIQUE ET LABORATOIRE.

GROUPE **93** Chimie

OPTION **9308** **ASSISTANT(E) PHARMACEUTICO-TECHNIQUE**		
	5TQ	**6TQ**
* Formation générale orientée		
Mathématique	3	3
Physique	1	1
Chimie analytique et laboratoire	2	2
* Formation technique de qualification professionnelle		
Pharmacodynamie et pharmacognosie	6	5
Législation pharmaceutique – déontologie	3	
Biologie et microbiologie	3	
Pharmacie pratique, galénique et laboratoire	7	2
Stages		12
TOTAL	**25**	**25**

Chaque module comprend quatre rubriques :

1. savoirs ;
2. compétences ;
3. exemples de domaines d'application ;
4. remarques et conseils.

Les exemples de domaine d'application sont très souvent communs à la biologie et la microbiologie et seront donc envisagés dans une optique interdisciplinaire.

ENSEIGNEMENT DES SCIENCES EN *A C I E R*

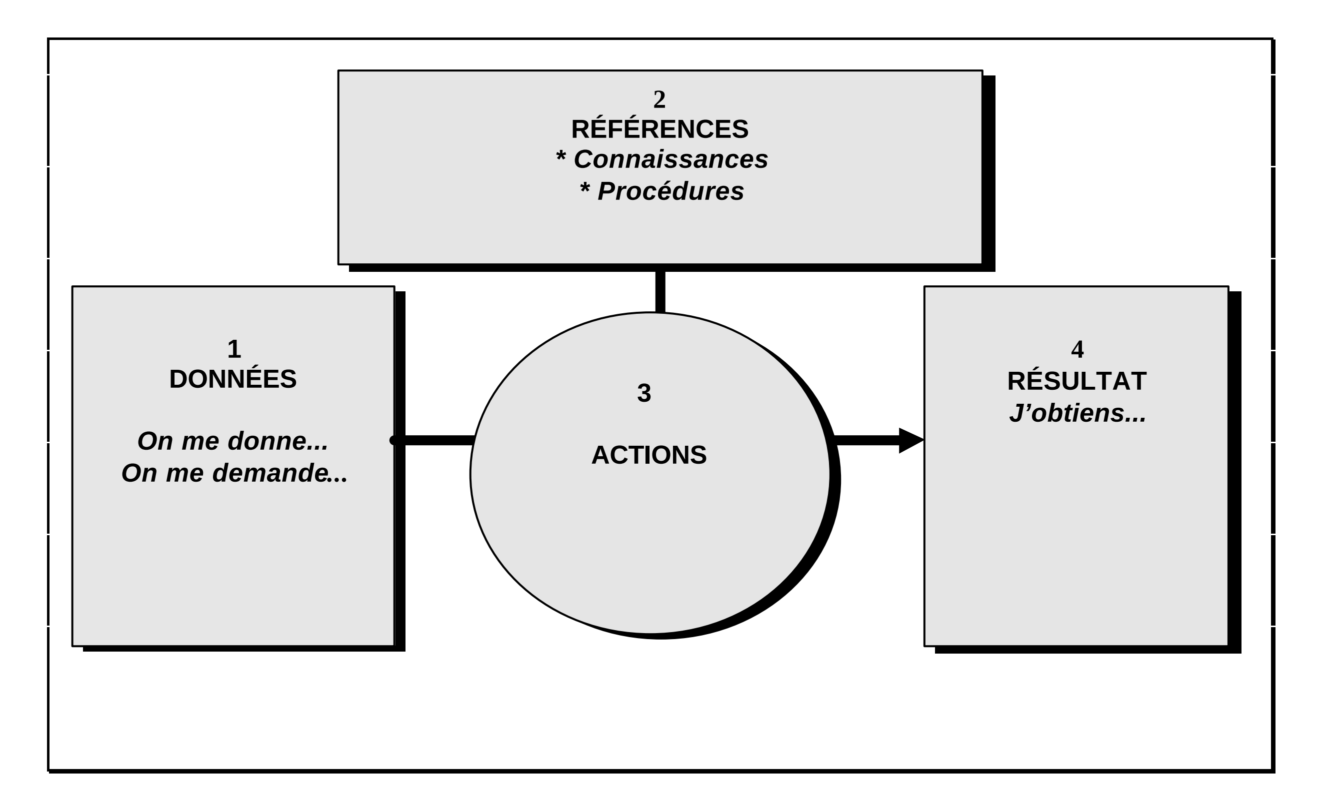
***A*CTIF**	• **Équilibrer *transmission* et *construction* des connaissances.** • **Varier les *styles d'enseignement* pour rencontrer les *styles d'apprentissage* des élèves (casser le frontal).** • **Prévoir systématiquement les *phases d'action* (schéma I A C A).**
***C*ONCRET**	• **Étudier *le réel*.** • ***Observer* et *expérimenter* pour découvrir, comprendre, savoir et appliquer.**
***I*NDUCTIF**	• **Collecter et *traiter des données* en vue de tirer une conclusion.** • **Construire des outils (modéliser).** • **Utiliser des outils (équilibrer démarches inductives et déductives).**
***E*XPÉRIMENTAL**	• **Mettre en œuvre des *démarches expérimentales*.**
***R*ÉSULTATS**	• **Utiliser un *référentiel de compétences*.** • **Distinguer *acquis de base* (connaître, traiter des données, exécuter) et *tâches complexes* (résoudre des problèmes).**

PREMIÈRE PARTIE : CONSIDÉRATIONS DIDACTIQUES ET MÉTHODOLOGIQUES

Tableau n°1 ***: QU'EST-CE QU'UNE COMPÉTENCE ?***

« Aptitude à mettre en œuvre un ensemble organisé de savoirs, de savoir-faire et d'attitudes permettant d'accomplir un certain nombre de tâches. »

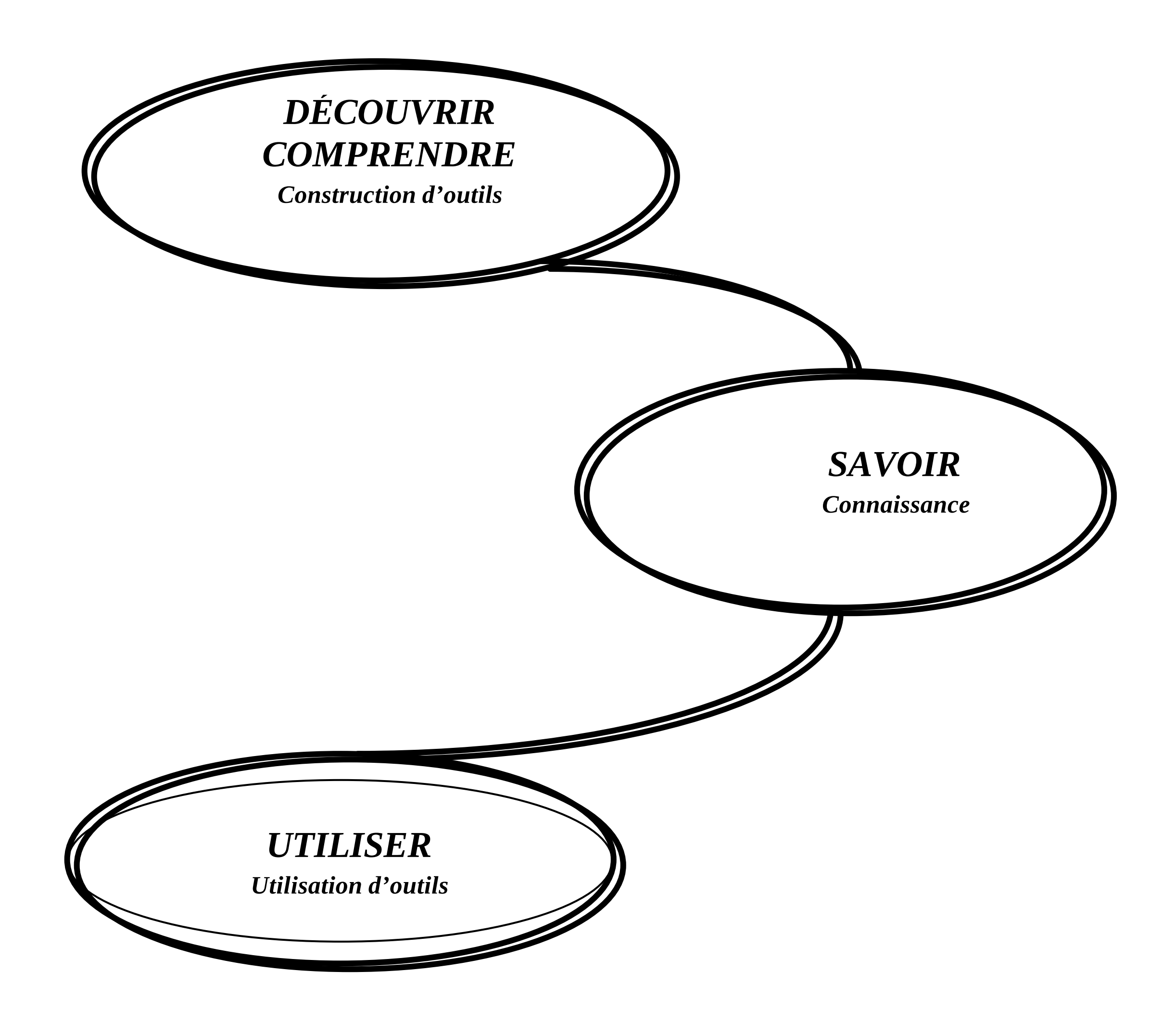
Art. 5 §1 du Décret-Missions



Pour en assurer sa mise en œuvre, une compétence en sciences peut être considérée comme étant <u>une tâche problème basée sur l'activation de connaissances et de procédures</u> ou encore comme <u>une activité de traitement de données en vue de produire un résultat</u>.

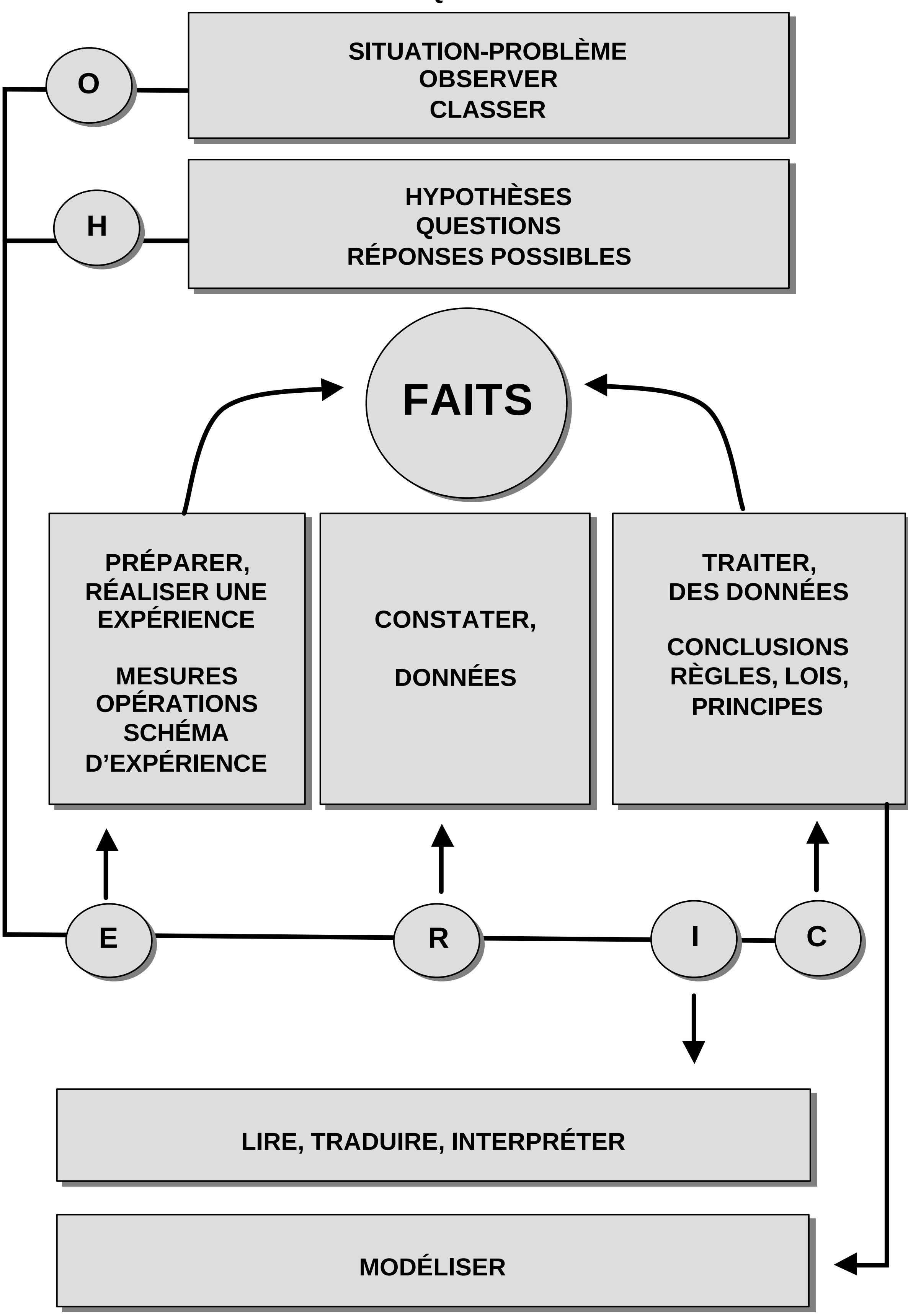
T rois faisceaux de compétences...

...pour développer la démarche de résolution de problèmes



Centrés sur l'expérimentation, les problèmes de chimie peuvent être groupés en deux familles : d'une part, les problèmes de construction d'outils notionnels (définitions de concepts, règles, lois, principes, conventions, représentations...), d'autre part, les problèmes d'utilisation d'outils (application des notions).

Tableau n°2 ***: DÉMARCHE SCIENTIFIQUE***



(*) La formulation d'une hypothèse peut reposer sur divers éléments : observation du réel, représentation initiale, situation de vie, expérience vécue, problème théorique ...

Tableau n°3

CONSTRUCTION D'OUTILS : ***QUELLES SONT LES ACTIONS D'UNE DÉMARCHE EXPÉRIMENTALE ?***

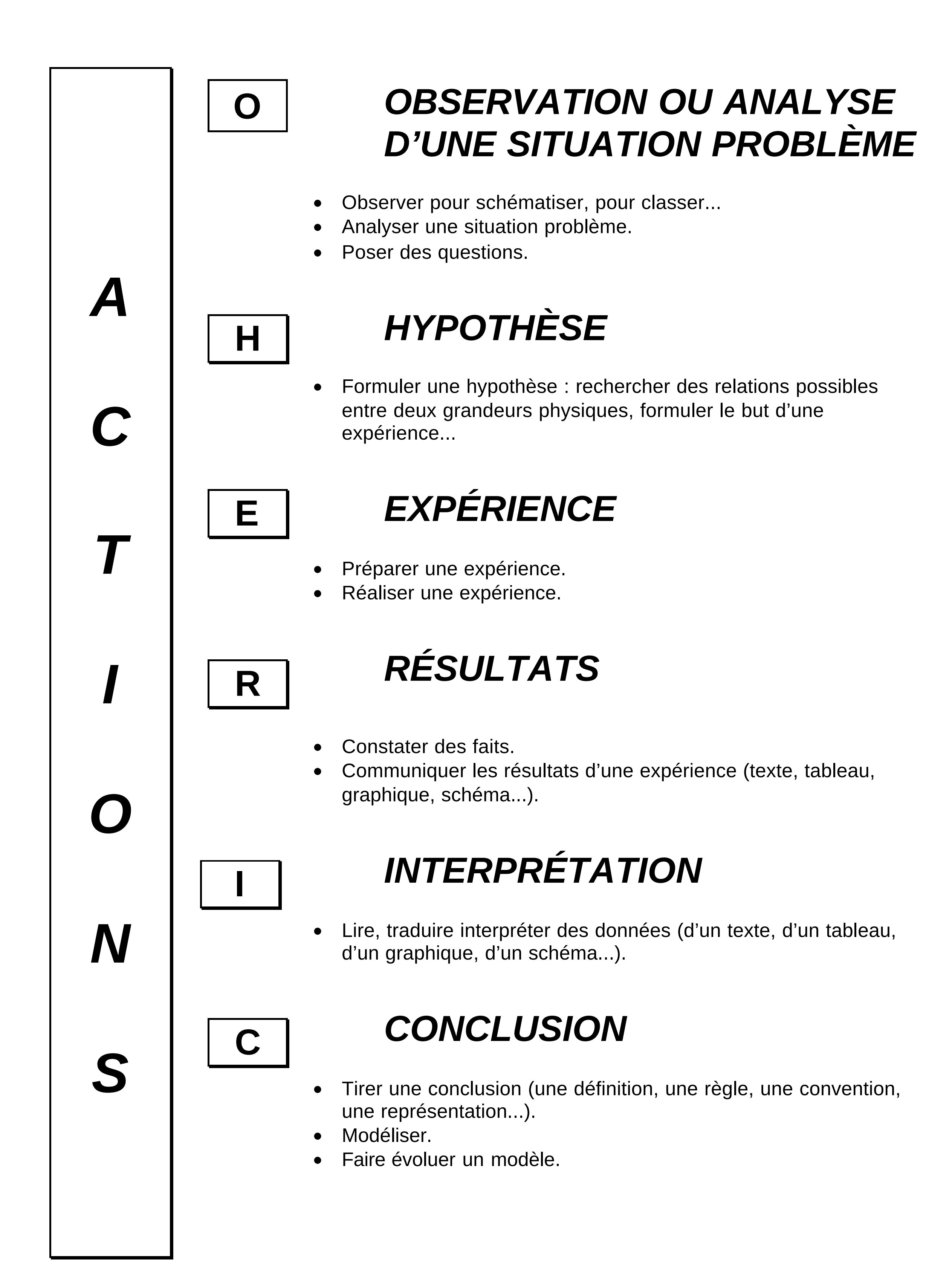


Tableau n°4 : *RÉFÉRENTIEL DE COMPÉTENCES*

<table>
<tr>
<td>1. ACQUIS DE BASE</td>
<td>
1.1. CONNAISSANCE
Connaître les significations des mots clés, des règles, des principes, des conventions, des représentations.
1.2. TRAITEMENTS DE DONNÉES
Comparer, mettre en relation des données
• pour les ordonner, les sérier, les classer ;
• pour les lire, les traduire, les interpréter :
➢ dans un schéma ;
➢ dans un tableau ;
➢ dans un graphique ;
➢ dans un graphique et un tableau.
1.3. PROCÉDURES D'EXÉCUTION
Exécuter, utiliser des procédures automatisées :
• Appliquer une règle, une loi, un principe, une convention.
</td>
</tr>
<tr>
<td>2. TACHES COMPLEXES</td>
<td>
2.1. CONSTRUCTION D'OUTILS
• Résoudre une situation problème par des démarches scientifiques basées sur l'observation et l'expérimentation : <u>actions d'une démarche expérimentale</u> (tableau n°3).
2.2. UTILISATION D'OUTILS
2.2.1. Problèmes numériques
• Appliquer des relations entre grandeurs physiques (équation ou règle) : <u>caractérisation</u>.
• Appliquer des relations entre grandeurs physiques (équation ou règle) en tenant compte de données stœchiométriques : <u>stœchiométrie</u>.
2.2.2. Problèmes de schémas réactionnels
• Appliquer un modèle de référence de la réaction chimique avec ses tableaux d'accompagnement pour <u>justifier des faits</u>.
• Appliquer un modèle de référence de la réaction chimique avec ses tableaux d'accompagnement pour <u>prévoir des faits</u>.
</td>
</tr>
</table>

COMPÉTENCES A DÉVELOPPER DANS LE CADRE DE LA PRATIQUE DE LABORATOIRE [1]

1- Objectifs relatifs à la connaissance, à la compréhension des concepts, des méthodes et attitudes propres à l'expérimentation :

connaître le vocabulaire technique de base et du matériel utilisé ; réalisation d'un montage expérimental, d'une manipulation simple de chimie (qualitative ou quantitative).

2- Objectifs relatifs à la préparation d'une expérience

2.1- Comprendre le but d'une expérience : description et schématisation d'un montage expérimental.

2.2- Planifier l'expérience : préparation du matériel adéquat et des produits nécessaires ; réalisation d'un plan de travail succinct avant d'entamer l'expérience.

2.3- Contrôler la validité d'une expérience, le bien-fondé d'une hypothèse : maîtrise des techniques de calculs, amélioration d'un dispositif expérimental en vue d'en accroître l'efficience et la fiabilité.

3- Objectifs relatifs à la réalisation d'une expérience

3.1- Processus opératoire : compréhension d'un mode opératoire structuré.

3.2- Habiletés manipulatoires : maîtrise des gestes techniques de base.

3.3- Recueil et contrôle des résultats en cours d'expérience : relevé méthodique et objectif des observations ou des valeurs mesurées (schéma conventionnel annoté, tableau d'observations ou des mesures, réponses à un questionnaire, graphique...).

4- Objectifs relatifs à la conclusion d'une expérience

4.1- Traitement des données : traduction des résultats sous formes diverses (texte, tableau, graphique...)

N.B.: l'utilisation de techniques modernes de traitement des données (calculettes, calculatrices graphiques, tableurs sur micro-ordinateur...) doit être encouragée.

4.2- Interprétation des résultats : exploitation critique des résultats, à la lumière des notions théoriques vues au cours (maîtrise des compétences développées au cours) ; tirer des conclusions cohérentes, réalistes et objectives quant au phénomène étudié.

4.3- Communication : présentation claire, synthétique et structurée des résultats, de leur interprétation et des conclusions de l'expérience, sous forme d'un rapport de manipulation.

---

[1] d'après A. DUMON "L'Enseignement expérimental de la chimie" Université de PAU.

5- Objectifs relatifs aux attitudes

5.1- Attitudes en rapport avec la discipline :

- travailler avec méthode, soin et économie ;
- témoigner de l'intérêt pour la démarche expérimentale ;
- rapporter des observations avec honnêteté et assumer la qualité de ses résultats ;
- faire preuve de curiosité intellectuelle et de sens critique ;
- avoir le souci de la précision (opérer une distinction entre "précision" et "exactitude").

5.2- Développement personnel et relations humaines :

- faire preuve d'autonomie, d'initiative dans les activités expérimentales et les démarches d'apprentissage ;
- travailler dans un esprit de coopération au sein du groupe ;
- évaluer les implications, tant positives que négatives, de la chimie sur notre environnement (nature, santé, économie, société...) ;
- adopter des attitudes qui témoignent d'un sens aigu des responsabilités, notamment par une observance scrupuleuse des consignes de sécurité[2].

---

[2] Documents concernant la sécurité au laboratoire (C.T. Frameries) :
"Sécurité et Enseignement" R. Delescaille
"Emploi des produits dangereux" C.T.

DEUXIÈME PARTIE : MODULES DU PROGRAMME DU 3e DEGRÉ

MODULE 1 - CONSTITUTION DE LA MATIÈRE
TYPES DE SUBSTANCES
(COMPLÉMENTARITÉ ENTRE LA CHIMIE MINÉRALE ET LA CHIMIE ORGANIQUE)

SAVOIRS	COMPETENCES
◊ **Rappels et compléments** • Substances moléculaires, substances ioniques, liaisons chimiques.	▪ Distinguer les substances moléculaires des substances ioniques. ▪ Distinguer les liaisons ioniques des liaisons covalentes.
◊ **Substances minérales et substances organiques** • Origine des substances : exemples de substances naturelles et de substances de synthèse. • Cycle du carbone : substances minérales et organiques. • Classification et nomenclature des principales fonctions minérales. • Classification des principales fonctions organiques : alcanes, alcènes, alcynes, aromatiques, dérivés halogénés, alcools, éthers, aldéhydes, cétones, acides carboxyliques, esters, amines, amides, acides aminés.	▪ Distinguer les composés organiques des composés minéraux. ▪ Distinguer les substances naturelles des substances de synthèse. ▪ Identifier et nommer les principales fonctions minérales et organiques.
◊ **Solutions, suspensions et émulsions** • Dissolution dans l'eau de substances moléculaires et de substances ioniques : solutions d'électrolytes et de non-électrolytes. Solutions saturées. • Théorie d'Arrhénius, équations de dissociation ionique des acides, bases et sels sous l'effet de l'eau (dissociation en ions). • Solubilité des composés minéraux et organiques : chaleur de dissolution, effet de la température sur la solubilité, relation solubilité-structure (types d'interactions).	▪ Envisager la dissolution dans l'eau d'oxydes, acides, bases et sels de la vie courante. ▪ Expliquer des réactions chimiques en solution aqueuse entre des acides, bases et sels de la vie courante. ▪ Classer les réactions en phase aqueuse, selon que l'on obtient un corps solide (un précipité), un corps volatil ou de l'eau. ▪ Utiliser un tableau de solubilité pour justifier et prévoir des phénomènes de précipitation. ▪ Utiliser la représentation des dissociations/associations d'ions pour établir les équations de bilan des réactions étudiées expérimentalement ainsi que des réactions analogues.
• Concentration d'une substance en solution : pourcentage (en g/100 mL et en mL/100 mL), mole/litre. Relation entre masse et quantité de matière.	▪ Calculer une concentration. ▪ Établir le rapport entre masse et quantité de matière. ▪ Équilibrer (pondérer) des équations ioniques de réactions de précipitation.
• Distinction entre solution et émulsion : solution ionique et solution colloïdale, dispersion (émulsion, suspension, aérosol, mousse). • Les agents tensioactifs : tensioactifs anioniques et cationiques, lipoaminoacides, tensioactifs amphotères.	▪ Distinguer solution, émulsion, suspension, aérosol et mousse. ▪ Expliquer le mode d'action des agents tensioactifs. ▪ Connaître les risques liés aux acides et bases qui nous entourent.

EXEMPLES DE DOMAINES D’APPLICATION	REMARQUES ET CONSEILS
• Les électrolytes et non-électrolytes des liquides de notre organisme. • L’équilibre électrolytique de notre organisme : l’homéostasie électrolytique. • Les savons et détergents, électrolytes utilitaires : propriétés hydrophiles et lipophiles des savons et détergents, propriétés tensioactives, précipitation des sels de calcium et de magnésium (dureté d’une eau). • Solutions pharmaceutiques en milieu aqueux ou dans des solvants organiques (solvant polaire et apolaire). • Les pommades : propriétés hydrophiles ou lipophiles de constituants de pommades (viscosité, tension superficielle, capacité ou incapacité d’absorber l’eau,...). • Utilisation des produits tensioactifs dans la préparation d’émulsions et de suspensions. ⇒ *Laboratoire de chimie analytique (voir exemples d’expériences).*	◊ Le module 1 présente les prérequis indispensables au cours de PHARMACIE PRATIQUE, GALÉNIQUE ET LABORATOIRE. ◊ On se limitera à envisager l’aspect qualitatif de l’action des agents tensioactifs. ◊ La classification et l’identification des groupements fonctionnels organiques seront envisagées sur la base de modèles moléculaires et d’exemples empruntés à la vie courante.

EXEMPLES DE SITUATION D’APPRENTISSAGE	
Questionnement	*Activités*
Qu’est-ce qu’une solution de sérum physiologique ?	• Identification des ions d’une solution de sérum physiologique. • Préparation quantitative d’une solution de sérum physiologique.
Quel est le mode d’action des agents tensioactifs ?	• Préparation d’un savon dur et mise en évidence de ses propriétés. • Influence de la dureté de l’eau sur les propriétés d’un savon (pouvoir moussant).

MODULE 2 - LA CHIMIE DE MILIEUX AQUEUX

SAVOIRS	COMPETENCES
◊ **Réactions acidobasiques** • De la théorie d'Arrhénius (dissociation en ions) à la théorie de Lowry-Brønsted (transfert de protons). • Couples acide-base. • Équations ioniques des réactions acide-base. • Titrages acidobasiques (notion de normalité). ◊ **Réactions de précipitation** • Équations ioniques des réactions de précipitation.	▪ Utiliser les modèles des acides et des bases selon Arrhénius et selon Lowry-Brønsted. ▪ Appliquer les règles de la volumétrie dans le cas d'un titrage acide-base.
EXEMPLES DE DOMAINES D'APPLICATION	**REMARQUES ET CONSEILS**
◊ **Réactions acidobasiques** • Importance biologique des carbonates. • Les médicaments effervescents (explication de l'effervescence). ⇒ *Laboratoire de chimie analytique (voir exemples d'expériences).* ◊ **Réactions de précipitation** • L'équilibre électrolytique de notre organisme : l'homéostasie électrolytique. • Importance biologique du calcium (ostéogenèse - ostéoporose). ⇒ *Laboratoire de chimie analytique - Voir exemples d'expériences.*	On se limitera à l'aspect qualitatif des phénomènes envisagés.

EXEMPLES DE SITUATION D'APPRENTISSAGE	
Questionnement	*Activités*
Qu'est-ce qu'un comprimé effervescent ?	• Identification des substances actives dans un comprimé effervescent (aspirine, bicarbonate de sodium, …). • Préparation d'un comprimé effervescent. • Dosage des carbonates (HCO_3^- , CO_3^{2-}) présents dans un comprimé effervescent.

MODULE 3 - LES MOLÉCULES DE LA VIE
NOTIONS DE CHIMIE ORGANIQUE ET DE BIOCHIMIE

3.1.- LE PÉTROLE ET SES DÉRIVÉS

SAVOIRS	COMPETENCES
3.1.- Le pétrole et ses dérivés • Séparation et transformation des hydrocarbures du pétrole. • Classification des hydrocarbures. • Exemples d'isomères de position et nomenclature des alcanes, alcènes, alcynes. • Réactions de combustion des hydrocarbures. • Réaction de substitution chez les alcanes. • Réactions d'addition et de polymérisation par polyaddition impliquant des hydrocarbures insaturés. • Comparaison de la stabilité relative des liaisons simples et des liaisons doubles. • Réactions radicalaires : rôle des radicaux libres dans le vieillissement de la peau et des les mécanismes de cancérisation. • Structure, isomérie et nomenclature des principaux hydrocarbures benzéniques. • Exemples et propriétés de dérives biologiques d'hydrocarbures : réactions de polymérisation par polyaddition de l'isoprène.	▪ Comprendre l'origine, les propriétés et l'utilisation des substances dérivées du pétrole. ▪ Appliquer les règles conventionnelles de nomenclature des hydrocarbures courants. ▪ Distinguer et nommer des isomères. ▪ Expliquer le principe d'une réaction de combustion (carburants et combustibles,...). ▪ Expliquer le principe d'une réaction de substitution dans la série des alcanes. ▪ Expliquer le principe d'une réaction de polymérisation (polymères naturels et synthétiques,...). ▪ Au travers de quelques réactions, comparer la stabilité relative des alcanes et des alcènes. ▪ Expliquer le principe d'une réaction radicalaire. ▪ Reconnaître et nommer les principaux hydrocarbures benzéniques rencontrés. ▪ Identifier les molécules du vivant et les classer.
EXEMPLES DE DOMAINES D'APPLICATION	**REMARQUES ET CONSEILS**
• Les colorants : exemples de caroténoïdes, spectres d'absorption, différence entre colorant et pigment (pigments biliaires, pigments de la peau, pigments rétiniens). • Structure et réactivité des acides gras (degré d'insaturation des acides gras). ⇒ *Laboratoire de chimie analytique (voir exemples d'expériences).*	L'étude expérimentale comparative des réactions de substitution chez les alcanes et des réactions d'addition chez les alcènes permet de mettre en évidence la stabilité relative des liaisons simples et des liaisons doubles.

EXEMPLES DE SITUATION D'APPRENTISSAGE	
Questionnement	*Activités*
Comment séparer les constituants d'un colorant présent dans une boisson colorée (sirop de menthe, de grenadine, …) ?	• Séparation et Identification des colorants (chromatographie).

3.2.- SUBSTANCES ORGANIQUES OXYGÉNÉES ET AZOTÉES

SAVOIRS	COMPETENCES
3.2.- Substances organiques oxygénées et azotées.	
Exemples de molécules présentes dans les substances biochimiques : alcools (fermentation alcoolique), aldéhydes et cétones (sucres), acides carboxyliques (acide oxalique, acide acétique, acide citrique, acides gras,...), esters (huiles et graisses), bases azotées des acides nucléiques, acides aminés et protéines,...	▪ Expliquer l'origine, les propriétés et l'utilisation de quelques classes de composés organiques (substances qui contribuent à améliorer nos conditions de vie et substances impliquées dans des processus biologiques).
1. **Alcools:** formules, classification, nomenclature et propriétés des alcools ; fermentation alcoolique.	▪ Expliquer la relation entre les propriétés physiques (température de fusion, d'ébullition, solubilité,...) et la structure moléculaire des alcools.
2. **Aldéhydes et cétones (sucres) :** formules, classification, nomenclature, propriétés et fonctions biologiques des glucides.	▪ Expliquer la relation entre les propriétés physiques (température de fusion, d'ébullition, solubilité,...) et la structure moléculaire des acides carboxyliques.
3. **Acides carboxyliques (acide oxalique, acide acétique, acide citrique, acides gras,...) :** formules, classification, nomenclature, propriétés et fonctions biologiques des acides carboxyliques.	▪ Expliquer le comportement acide des acides carboxyliques en solution aqueuse
4. **Esters (huiles et graisses) :** structures et fonctions biologiques d'une lipoprotéine plasmatique, des phospholipides, du cholestérol.	▪ Justifier l'importance biologique des esters.
5. **Amines, amides et acides aminés (neurotransmetteurs, acides nucléiques, protéines) :** bases azotées et acides nucléiques, acides aminés, peptides et protéines.	▪ Expliquer le comportement basique des amines en solution aqueuse. ▪ Justifier l'importance biologique des amines, des amides et des acides aminés.

EXEMPLES DE DOMAINES D'APPLICATION	**REMARQUES ET CONSEILS**
1. Alcools : fermentation alcoolique. • Les oxydoréductions impliquant des substances organiques oxygénées : interrelations entre les fonctions oxygénées (série alcool-aldéhyde/cétone - acide carboxylique). **2. Aldéhydes et cétones (les sucres)** • Pourquoi les êtres vivants consomment-ils du sucre ? • Qu'est-ce qu'un sucre ? Qu'appelle-t-on sucres rapides et sucres lents ? Monosaccharides: glucose, fructose, galactose, ribose, désoxyribose,... Disaccharides: saccharose, maltose, galactose,... Polysaccharides: glycogène, cellulose, amidon. • Pourquoi le sucre est-il mauvais pour les dents ? **3. Acides carboxyliques (acide oxalique, acide acétique, acide citrique, acides gras,...)**. • Pourquoi utilise-t-on des acides gras pour fabriquer des savons ? **4. Esters (huiles et graisses) :** structures et fonctions biologiques d'une lipoprotéine plasmatique, des phospholipides, du cholestérol. • Structure et réactivité des acides gras (degré d'insaturation des acides gras). • Les isoprénoïdes : isoprène, carotènes et dérivés (vitamine A et ses dérivés), stéroïdes. • Quel est le rôle biochimique de la vitamine A (rétinol) ? • Quels sont les rôles biochimiques des hormones sexuelles stéroïdes ? • L'estradiol, la progestérone, la testostérone et l'androstérone. • Quels sont les lipides présents dans le plasma sanguin des êtres humains ? • Structures des acides gras, des triglycérides, du cholestérol. • Comment les triglycérides et les esters de cholestérol sont-ils transportés ? Caractère hydrophobe des lipides. Structure d'une lipoprotéine plasmatique (micelles). Qu'est-ce que le bon cholestérol et le mauvais cholestérol ? Principaux transporteurs du cholestérol dans le plasma : les LDL et HDL. Fonctions biologiques des LDL et HDL. Excrétion du cholestérol : les acides et sels biliaires.	On se limitera à envisager les propriétés physiques et chimiques essentielles des différentes classes de composés organiques, c'est-à-dire les propriétés qui sont rencontrées dans les divers domaines d'application considérés.

5. Amines, amides et acides aminés (bases azotées et acides nucléiques, acides aminés et protéines) : • Qu'est-ce qu'un neurotransmetteur ? Formules et fonctions biologiques de neurotransmetteurs. Exemples: biosynthèse et mode d'action de la noradrénaline, de la dopamine et de la sérotonine. • Qu'est-ce qu'un acide nucléique ? • Qu'est-ce qu'une protéine ? • Structure et fonctions biologiques de peptides et de protéines : ♦ Protéines de structure (collagène, kératine …). ♦ Enzymes (vitamines …). ♦ Hormones (insuline …).	
• Comment les organismes vivants assurent-ils les transformations de substances ? Les enzymes, catalyseurs du Monde vivant. Énergie d'activation. Fonctions des enzymes lors de réactions biochimiques (exemples). Mode d'action coopératif des enzymes (coenzyme, cofacteur, cosubstrat). Exemples de cofacteurs ou coenzymes (formules et fonctions) : vitamines (B1, B2, B6, biotine,...), CoA, NAD et NADP,... Régulation enzymatique des voies métaboliques (exemples). ⇒ *Laboratoire de chimie appliquée - Exemples d'expériences*	

EXEMPLES DE SITUATION D'APPRENTISSAGE	
Questionnement	*Activités*
Comment identifier les glucides ?	• Test d'identification des glucides (Fehling, Tollens, …)
Comment déterminer le degré de saturation d'une huile ?	• Détermination du nombre de doubles liaisons par mesure de l'indice d'iode.
Comment détecter une albuminurie ?	• Test de caractérisation des protéines (Biuret).
Comment séparer et identifier les acides aminés d'un polypeptide ?	• Dénaturation et hydrolyse enzymatique d'un polypeptide. • Chromatographie et caractérisation des acides aminés (ninhydrine).

MODULE 4 - ÉQUILIBRE RÉACTIONNEL

SAVOIRS	COMPETENCES
◊ **Équilibre chimique**	
• Constante d'équilibre de Guldberg et Waage *(K_c).*	▪ Exprimer des constantes d'équilibre (loi de Guldberg et Waage) et interpréter leur valeur.
• Produit de solubilité *(K_s).*	▪ Établir la relation entre K_S et la solubilité d'un sel.
• Loi de Le Chatelier.	▪ Expliquer qualitativement l'inversibilité de certaines réactions (loi de Le Chatelier).
• Réactions de complexation. Exemples de déplacements d'équilibre.	▪ Expliquer qualitativement l'effet sur l'état d'équilibre de la modification d'un des facteurs qui le détermine .
◊ **Réactions acide-base**	
• Équations ioniques des réactions acide-base (rappel).	▪ Opérer la distinction entre acides et bases forts et entre acides et bases faibles sur le plan de la dissociation ionique en solution aqueuse.
• Force d'un acide, d'une base. Application de la constante d'équilibre de Guldberg et Waage aux réactions acide-base en solution aqueuse *(K_a, K_e).*	▪ Interpréter la signification des constantes K_a et K_e. ▪ Interpréter la notion de pH.
• Relation entre le pH et la nature de la solution (solutions d'acide fort, d'acide faible, de base forte, de base faible).	▪ Établir le lien entre le pH et la nature d'une solution. ▪ Appliquer avec discernement (voir remarques et conseils) les formules simplifiées de calcul du pH d'une solution aqueuse diluée.
• Réaction de neutralisation acide-base (courbes de neutralisation). • Mélanges tampon.	▪ Interpréter une courbe de titrage acide-base dans des cas simples (acides monoprotiques). ▪ Expliquer qualitativement le principe de fonctionnement d'un tampon.

EXEMPLES DE DOMAINES D'APPLICATION	REMARQUES ET CONSEILS
◊ **Équilibre chimique** • Les échanges respiratoires (hémoglobine, hydrogénocarbonates) . • Adjuvants de préparations pharmaceutiques : capteurs de métaux (EDTA)... • Interactions entre médicaments - Incompatibilité chimique de médicaments (distinction entre incompatibilité chimique et physique). ⇒ *Laboratoire de chimie analytique (voir exemples d'expériences).*	◊ Lors de l'étude des équilibres chimiques, on évitera d'insister sur les développements mathématiques au profit d'une approche qualitative et raisonnée fondée sur l'expérimentation. ◊ Les formules simplifiées du calcul du pH ne seront pas démontrées.
◊ **Réactions acide-base** • Les réactions acide-base impliquant des substances organiques. • L'équilibre acidobasique de notre organisme : l'homéostasie de l'équilibre acide-base. pH physiologique, pH du sang et de l'urine. • Application de la notion de pH aux préparations pharmaceutiques. • Influence du pH sur la résorption des médicaments. ⇒ *Laboratoire de chimie analytique (voir exemples d'expériences).*	

EXEMPLES DE SITUATION D’APPRENTISSAGE	
Questionnement	*Activités*
Quel est le pH des liquides physiologiques ? Comment fonctionnent les capteurs d’ions métalliques (agents complexants) ? Comment fonctionnent les anticoagulants ?	• Détermination du pH du sang, de l’urine, de la salive … • Complexation des ions calcium par l’EDTA, le citrate …

LABORATOIRE DE CHIMIE ANALYTIQUE
EXEMPLES D'EXPÉRIENCES

COMPÉTENCE A METTRE EN ŒUVRE
Connaître et utiliser les principes de manipulation de chimie et biochimie en vue de résoudre des problèmes spécifiques aux sciences paramédicales :
- *Extraction des substances.*
- *Préparation des substances.*
- *Séparation de constituants d'un mélange.*
- *Identification de substances.*
- *Mise en évidence de propriétés de substances.*
- *Dosage de substances.*

EXEMPLES D'EXPÉRIENCES

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES CITÉES OU UTILISÉES :

- J-L BOUXIN et R. VANWUYTSWINKEL, *Chimie organique*, CTP Frameries, 1996 (réf. précisées ci-dessus sous l'intitulé CTP Frameries).
- G. LASCOMBES, Professeur à la Faculté des sciences de Toulouse, *Manuel de travaux pratiques de physiologie animale et végétale*, HACHETTE.
- G. HENRION, *Exemples d'application des techniques biochimiques à la bromatologie*, document de travail, journée de formation ISI Huy - Gembloux - Verviers (document disponible au CAF TIHANGE).
- Pharmacopée Belge.
- Voir également autres publications du CTP.

◊ **Solutions, suspensions et émulsions (Module 1)**
- Identification des ions d'une solution ionique.
- Préparation quantitative de solutions.

◊ **Réactions acidobasiques (Module 2)**
- Acides et bases qui nous entourent (André COLIN, CT Frameries).
- Dosage d'acides et de bases par volumétrie acide-base (titrages).

◊ **Réactions de précipitation (Module 2)**
- Identification d'ions par précipitation.
- Dosage gravimétrique de l'acide oxalique.

◊ **Les substances organiques, molécules de la vie (Modules 3.1. et 3.2.)**

1. **Les substances carbonées : classification des fonctions chimiques, hydrocarbures, chlorodérivés, dérivés benzéniques et isoprénoïdes (stéroïdes) (Module 3.1.).**
- Recherche des halogènes par la méthode de Beilstein (CTP Frameries, p. 22).
- Recherche simultanée des halogènes, du soufre et de l'azote.
- Extraction et séparation de mélanges de colorants d'origine végétale (chlorophylles et caroténoïdes).
- Réalisation des spectres chromatographiques de colorants alimentaires naturels ou artificiels.
- Séparation chromatographique, identification et dosage par spectrophotométrie de colorants alimentaires.
- Saponification et identification de vitamine A (Pharmacopée Belge VI).
- Identification de vitamine D (Pharmacopée Belge V & VI).

2. **Alcools (Module 3.2.)**
- Fermentation alcoolique.
- Vérification du degré d'alcool d'un vin par distillation.
- Caractérisation de l'éthanol par oxydation ritro-chromique (méthode de Cordebard) (CTP Frameries, p.149).
- Oxydation des alcools (CTP Frameries, p. 145).

3. Aldéhydes et cétones (sucres) (Module 3.2.)

- Caractérisation des aldéhydes et cétones (CTP Frameries, p. 158).
- Oxydation des aldéhydes et cétones (CTP Frameries, p. 157).
- Caractérisation du glucose par le réactif de Fehling (CTP Frameries, p. 170).
- Identification du lactose du lait.
- Identification séquentielle de glucides (LES GLUCIDES - ANALYSE SOMMAIRE DE QUELQUES ALIMENTS - CTM, 1982).

4. Acides carboxyliques (acide oxalique, acide acétique, acide citrique, acides gras,...) (Module 3.2.)

- Dosage d'acides carboxyliques par volumétrie acide-base (titrages).
- Préparation de l'acide oxalique (CTP Frameries, p. 174).
- Isomérisation de l'acide maléique en acide fumarique (CTP Frameries, p. 34).
- Détermination de la force d'acides carboxyliques par pH-métrie (CTP Frameries, p. 71).
- Détermination de la force d'amines par pH-métrie (CTP Frameries, p. 82).
- Préparation et dosage de l'acide acétylsalicylique ou *aspirine* (CTP Frameries, p. 227).
- Identification d'acides organiques et de leurs sels.

5. Esters (huiles et graisses) (Module 3.2.)

- Estérification des alcools par les acides organiques (CTP Frameries, p. 143, 179).
- Saponification du salicylate d'éthyle (CTP Frameries, p. 176).
- Saponification d'une huile alimentaire.
- Extraction et séparation chromatographique des lipides des noisettes (mono, di, tri glycérides).
- Hydrolyse d'esters à l'aide d'une solution aqueuse de NaOH (CTP Frameries, p. 184).

6. Amines, amides et acides aminés (neurotransmetteurs, acides nucléiques, protéines) (Module 3.2.)

- Hydrolyse des protéines par la trypsine (pancréatine commerciale).
- Séparation chromatographique d'acides aminés (avec solutions témoins et urine).
- Propriétés des amides (CTP Frameries, p. 198).
- Propriétés chimiques de l'urée (CTP Frameries, p. 199).
- Propriétés de la glycine (CTP Frameries, p. 202).
- Dosage colorimétrique de protéines (méthode du Biuret).
- Dosage de l'urée par colorimétrie après action de l'uréase.
- Séparation de protéines par chromatographie.
- Séparation de protéines par électrophorèse.
- Action enzymatique de la catalase de la pomme de terre. Cinétique de la décomposition du peroxyde d'hydrogène (eau oxygénée).
- Hydrolyse enzymatique de l'amidon par l'α-amylase : influence du pH, de la température, de diverses substances sur l'activité enzymatique.
- Identification de vitamines (Pharmacopée Belge).

◊ **Équilibre chimique (Module 4)**

- Dosage du calcium par complexométrie EDTA (titrage en retour).

◊ **Réactions acide-base (Module 4)**

- Mise en évidence du caractère acidobasique des acides carboxyliques.
- Mise en évidence du caractère acidobasique des amines (CTP Frameries, p. 189).